

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-121902

(43) 公開日 平成5年(1993)5月18日

(51) Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 P 1/18

審査請求 有 請求項の数 6

(全9頁)

(21) 出願番号 特願平3-305543

(22) 出願日 平成3年(1991)10月25日

(71) 出願人 000232287

日本電業工作株式会社

東京都千代田区神田岩本町1番地 岩本町
ビル

(72) 発明者 畠中 博

埼玉県富士見市諏訪2-2-41

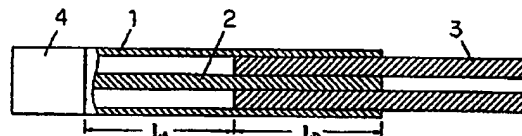
(74) 代理人 弁理士 清沢 宗司

(54) 【発明の名称】 移相器

(57) 【要約】

【目的】 伝送信号の位相を連続的に変化させることができ、又、遠隔制御の可能な移相器を実現する。

【構成】 外部導体1及び内部導体2より成る同軸線路の一端から、固体誘電体より成る可動筒体3を外部導体1と内部導体2の間において軸方向に滑動可能に挿入して形成したスタブの入力端を、方向性結合器、サーキュレータ又はハイブリッド回路等の結合回路4に接続したものである。



BEST AVAILABLE COPY

K 000404

【特許請求の範囲】

【請求項1】外部導体及び内部導体より成る同軸線路の一端から、固体誘電体より成る可動筒体を前記外部導体と内部導体間において軸方向に滑動可能に挿入して成るスタブを備えたことを特徴とする移相器。

【請求項2】スタブが開放型スタブである請求項1に記載の移相器。

【請求項3】スタブが短絡型スタブである請求項1に記載の移相器。

【請求項4】外部導体及び内部導体より成る同軸線路の一端から、固体誘電体より成る可動筒体を前記外部導体と内部導体間において軸方向に滑動可能に挿入して成るスタブと、
前記スタブの入力端が接続される方向性結合器とを備えたことを特徴とする移相器。

【請求項5】外部導体及び内部導体より成る同軸線路の一端から、固体誘電体より成る可動筒体を前記外部導体と内部導体間において軸方向に滑動可能に挿入して成るスタブと、
前記スタブの入力端が接続されるサーキュレータとを備えたことを特徴とする移相器。

【請求項6】外部導体及び内部導体より成る同軸線路の一端から、固体誘電体より成る可動筒体を前記外部導体と内部導体間において軸方向に滑動可能に挿入して成るスタブと、
前記スタブの入力端が接続されるハイブリッド回路とを備えたことを特徴とする移相器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超短波ないしマイクロ波帯における各種電気又は電子機器回路における移相器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】超短波ないしマイクロ波帯における各種電気又は電子機器回路において従来用いられている移相器、例えばビームチルトアンテナを構成する各素子アンテナの給電位相を変化させるために用いられる移相器は、互いに長さの異なる例えば4本の伝送線を、切換えスイッチの切換えによって選択的に給電線に挿入するように構成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の移相器においては、互いに長さの異なる伝送線及び切換えスイッチを各複数個必要とするから構成が複雑大形となるばかりでなく、給電位相を連続的に変化させることができない。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、外部導体及び内部導体より成る同軸線路の一端から、固体誘電体より

成る可動筒体を前記外部導体と内部導体間において軸方向に滑動可能に挿入して成るスタブと、前記スタブの入力端が接続される方向性結合器、サーキュレータ又はハイブリッド回路等の結合回路とを備えた移相器を実現することによって、従来の欠点を除こうとするものである。

【0005】

【作用】同軸線路を形成する外部導体と内部導体間への固体誘電体より成る可動筒体の挿入長を変え、スタブにおける入力反射係数の位相角が変化し、したがって、本発明移相器を伝送線路に結合すると、伝送信号の位相が変化する。

【0006】

【実施例】図1は、本発明の一実施例の要部を示す一部断面を有する図で、1は筒形の外部導体、2は棒状又は比較的細い筒形の内部導体で、両導体によって同軸線路が形成される。外部導体1及び内部導体2の横断面における輪郭形状は、何れも円形又は何れも角形或は何れか一方を円形、他方を角形に形成して本発明を実施することができる。3は固体誘電体より成る可動筒体で、その横断面における外周縁の形状を外部導体1の横断面における内周縁の形状にほぼ一致させ、固体誘電体より成る可動筒体3の横断面における内周縁の形状を内部導体2の横断面における外周縁の形状にほぼ一致させると共に、固体誘電体より成る可動筒体3の肉厚を適当にして、固体誘電体より成る可動筒体3が外部導体1と内部導体2の間において軸方向に滑動自在なように形成してある。4は外部回路との結合回路で、例えば方向性結合器、サーキュレータ又はハイブリッド回路等より成る。図1には示していないが、固体誘電体より成る可動筒体3の外端部に、例えばラック及びピニオンを介して例えばパルスモータを結合し、パルスモータの正方向又は逆方向回転に応じて固体誘電体より成る可動筒体3を前進又は後退させ、外部導体1及び内部導体2の間への固体誘電体より成る可動筒体3の挿入軸長を連続的に微細に制御できるように構成する。

【0007】外部導体1及び内部導体2の間に固体誘電体より成る可動筒体3が挿入されることなく空気が介在している部分の軸長を L_A 、特性インピーダンスを Z_A 、特性アドミタンスを Y_A 、基本マトリクスを $[F_A]$ で表すと共に、固体誘電体より成る可動筒体3の挿入されている部分の軸長を L_D 、特性インピーダンスを Z_D 、特性アドミタンスを Y_D 、基本マトリクスを $[F_D]$ で表すと、外部導体1、内部導体2及び固体誘電体より成る可動筒体3より成るスタブの基本マトリクス $[F_{AD}]$ は、次式で表される。

【0008】

【数1】

$$\begin{aligned}
 [F_{AD}] &= [F_A] [F_D] \\
 &= \begin{bmatrix} \cos m_A L_A & jZ_A \sin m_A L_A \\ jY_A \sin m_A L_A & \cos m_A L_A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos m_D L_D & jZ_D \sin m_D L_D \\ jY_D \sin m_D L_D & \cos m_D L_D \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \cos m_A L_A \cos m_D L_D - Z_A Y_D \sin m_A L_A \sin m_D L_D & \\ j(Y_A \sin m_A L_A \cos m_D L_D + Y_D \cos m_A L_A \sin m_D L_D) & \\ j(Z_D \cos m_A L_A \sin m_D L_D + Z_A \sin m_A L_A \cos m_D L_D) & \\ \cos m_A L_A \cos m_D L_D - Y_A Z_D \sin m_A L_A \sin m_D L_D & \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} A & jB \\ jC & D \end{bmatrix} \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

式(1)において、

$$m_A = 2\pi / \lambda_A$$

λ_A : 固体誘電体より成る可動筒体3が挿入されていない部分における管内波長

$$m_D = 2\pi / \lambda_D$$

λ_D : 固体誘電体より成る可動筒体3が挿入されている*

$$\Gamma = \frac{A Z_L + jB - jC Z_0 - D Z_0}{A Z_L + jB + jC Z_0 + D Z_0}$$

負荷 Z_L を無限大にした場合、すなわち、外部導体1及び内部導体2の各右端部間を開放した場合における複素反射係数 Γ_0 は、次式で求められる。式(2)における右辺の分子及び分母を Z_L で割ると、

【数3】

$$\Gamma = \frac{A + j \frac{B}{Z_L} - jC Z_0 - \frac{D Z_0}{Z_L}}{A + j \frac{B}{Z_L} + jC Z_0 + \frac{D Z_0}{Z_L}}$$

$$\Gamma_0 = \frac{A - jC Z_0}{A + jC Z_0}$$

複素反射係数 Γ_0 の位相角 θ_0 は、次式で表される。

*部分における管内波長

【0009】スタブを形成する外部導体1及び内部導体2の各右端部(図1に向かって右側の端部)に負荷 Z_L を接続した場合における複素反射係数 Γ は、電源インピーダンスを Z_0 とすると次式で求められる。

【数2】

$$\dots \dots (2)$$

※上式の Z_L を無限大とすると、

【数4】

40
※

$$\dots \dots (3)$$

【数5】

$$\begin{aligned}\theta_o &= \arg \left(\frac{A - jC Z_o}{A + jC Z_o} \right) \\ &= \arg(A - jC Z_o) - \arg(A + jC Z_o) \\ &= 2 \tan^{-1} \left(\frac{-C Z_o}{A} \right) \quad \dots \dots (4)\end{aligned}$$

上記各式から明らかなように、固体誘電体より成る可動筒体3の挿入長 L_o を変えると、複素反射係数 Γ_o の絶対値は1で、位相角 θ_o のみ変えることができる。すなわち、反射損失を伴うことなく、反射波の位相のみを変えることができる。

【0010】図2は、図1に示した結合回路4を方向性結合器、例えば出力相互の位相差が 90° で、結合度がほぼ3dBの方向性結合器で構成した場合における結合回路*

*4の電気的特性を説明するための図で、図2において、DCPは方向性結合器、 T_1 は入力端子、 T_2 はダイレクト端子、 T_3 は結合端子、 T_4 はアイソレーション端子である。方向性結合器DCPの電圧結合係数を C_c 、結合線路部の電気角を θ_c とすると、この方向性結合器のスキュアリングマトリックス[S]は、次式で表される。

【0011】

【数6】

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & \frac{\sqrt{1 - C_c^2}}{D_c} & 0 \\ \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & 0 & 0 & \frac{\sqrt{1 - C_c^2}}{D_c} \\ \frac{\sqrt{1 - C_c^2}}{D_c} & 0 & 0 & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} \\ 0 & \frac{\sqrt{1 - C_c^2}}{D_c} & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & 0 \end{bmatrix} \quad \dots \dots (5)$$

式(5)において、

【数7】

$$D_c = \sqrt{1 - C_c^2} \cos \theta_c + j \sin \theta_c$$

【0012】端子 T_1 に入力電圧 E_1 を印加した場合における端子 T_1 ないし T_4 の各出力電圧 E_{o1} 、 E_{o2} 、 E_{o3} および E_{o4} は、次式で求められる。

40 【数8】

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} 7 \qquad \qquad \qquad 8 \end{array} \\
 \begin{array}{c} E_{01} \\ E_{02} \\ E_{03} \\ E_{04} \end{array} = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 0 & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} & 0 \\ \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & 0 & 0 & \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} \\ \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} & 0 & 0 & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} \\ 0 & \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & 0 \end{array} \end{array} \begin{array}{c} E_i \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \\
 \\
 = \begin{array}{c} \begin{array}{c} 0 \\ \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} E_i \\ \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} E_i \\ 0 \end{array} \end{array} \dots \dots \dots (6)
 \end{array}$$

【0013】図3は、図1の等価回路図、すなわち、図1の結合回路4を図2について説明した方向性結合器で構成した場合の等価回路図で、STBは図1における外部導体1、内部導体2及び固体誘電体より成る可動筒体3より成るスタブで、他の符号は図2と同様である。方向*

* 性結合器DCPの端子T₁に入力電圧E_iを印加すると、端子T₂及びT₃には次式に示す反射電圧E_{2R}及びE_{3R}が現れる。

【数9】

$$E_{2R} = \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} \Gamma_0 E_i \dots \dots \dots (7)$$

$$E_{2R} = \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} \Gamma_0 E_i \dots \dots \dots (8)$$

【0014】したがって、端子T₁に入力電圧E_iを印加した場合における端子T₁ないしT₂の各出力電圧E_{01S}、

E_{02S}、E_{03S}及びE_{04S}は、次式で求められる。

【数10】

$$\begin{array}{c} 9 \qquad \qquad \qquad 10 \\ \left[\begin{array}{c} E_{01s} \\ E_{02s} \\ E_{03s} \\ E_{04s} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{cccc} 0 & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} & 0 \\ \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & 0 & 0 & \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} \\ \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} & 0 & 0 & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} \\ 0 & \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} & \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} & 0 \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 0 \\ E_{2R} \\ E_{3R} \\ 0 \end{array} \right] \\ \\ = \left[\begin{array}{c} \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} E_{3R} + \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} E_{2R} \\ 0 \\ 0 \\ \frac{\sqrt{1-C_c^2}}{D_c} E_{2R} + \frac{jC_c \sin \theta_c}{D_c} E_{3R} \end{array} \right] \dots \dots \dots (9) \end{array}$$

【0015】式(7)、式(8)及び式(9)から端子
T₁及びT₄の出力電圧E_{01s}及びE_{04s}を求め、方向性結合器
DCPの電圧結合係数C_cを、
【数11】

$$C_c = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

*と置くと共に、方向性結合器DCPにおける結合線路部の
電気角θ_cを90°として、出力電圧E_{01s}及びE_{04s}を表す
式を整理すると、出力電圧E_{01s}及びE_{04s}は次式で表され
る。

【数12】

$$|E_{01s}| = \left| \frac{(1-C_c^2) - C_c^2 \sin^2 \theta_c}{D_c^2} E_i \Gamma_o \right| = 0 \dots \dots \dots (10)$$

$$|E_{04s}| = \left| \frac{j2\sqrt{(1-C_c^2)} C_c \sin \theta_c}{D_c^2} E_i \Gamma_o \right| = |E_i \Gamma_o| \dots \dots \dots (11)$$

すなわち、端子T₁(又はT₄)に加えられた電圧は、損失
を伴うことなく、位相のみがθ_cだけ変化して端子T₄
(又はT₁)に現れ、端子T₁(又はT₄)に反射電圧が現
れることはない。

【0016】図4は、本発明の他の実施例の要部を示す
断面図(図5のX-X断面図)、図5は背面図で、両図
において、1は外部導体、2は内部導体、3は固体誘電
体より成る可動筒体、4は結合回路、5は短絡導体で、

外部導体1及び内部導体2の各外端部間を電氣的に短絡する。6は切込みで、固体誘電体より成る可動筒体3の側壁のうち、短絡導体5を設けた箇所に対応する側壁部分の外端部から適宜軸長に亘って設けると共に、切込み6の幅を短絡導体5の幅に比し適宜大にしてある。この実施例においては、外部導体1、内部導体2及び固体誘電体より成る可動筒体3によって短絡型スタブが形成され、固体誘電体より成る可動筒体3の側壁に設けた切込み6が短絡導体5の位置に対応すると共に、切込み6の幅が短絡導体5の幅に比し適宜大であるから、固体誘電*10

$$\Gamma_s = \frac{jB - D Z_0}{jB + D Z_0} = -\frac{D Z_0 - jB}{D Z_0 + jB} \quad \dots \dots (12)$$

$$\begin{aligned} \theta_s &= \arg \left\{ \frac{-D Z_0 + jB}{D Z_0 + jB} \right\} \\ &= 180^\circ + \arg \left\{ \frac{D Z_0 - jB}{D Z_0 + jB} \right\} \\ &= 180^\circ + \arg(D Z_0 - jB) - \arg(D Z_0 + jB) \\ &= 180^\circ + 2 \tan^{-1} \left\{ \frac{-B}{D Z_0} \right\} \quad \dots \dots (13) \end{aligned}$$

この実施例においては、式(10)及び式(11)における複素反射係数 Γ_o を Γ_s で置換えることによって、出力電圧 E_{o1s} 及び E_{o4s} を求めることができる。

【0018】図6は、図1、図4及び図5に示した各実施例における固体誘電体より成る可動筒体3の挿入長と複素反射係数 Γ_o の位相角 θ_o との関係の一例及び固体誘電体より成る可動筒体3の挿入長と複素反射係数 Γ_s の位相角 θ_s との関係の一例を、それぞれ理論計算値に基づいて示した曲線図で、横軸は固体誘電体より成る可動筒体3の挿入長 L_3 (mm)、縦軸は位相角 θ_o 又は θ_s (deg)である。位相角 θ_o の変化を示す曲線及び位相角 θ_s の変化を示す曲線の何れの曲線も、外部導体1及び内部導体2の各軸長を400mm、特性インピーダンス Z_0 を50 Ω 、固体誘電体より成る可動筒体3の比誘電率を2.3、使用周波数を750MHzとして求めたものである。

【0019】図7もまた本発明の他の実施例、すなわち、図1における結合回路4をサーキュレータで形成した実施例の等価回路図で、CCLはサーキュレータ、STBは図1について説明したと同様の開放型スタブである。サーキュレータCCLの入力端子 T_{c1} に加えられた電圧は、出力端子 T_{c2} から開放型スタブSTBに加えられ、開放型スタブSTBにおける反射波は端子 T_{c2} を介してサーキュレータCCLに加えられ、アイソレーション端子 T_{c3} から出力される。端子 T_{c3} から出力される電圧は、損失を伴うことなく、位相のみが複素反射係数 Γ_o の位相角 θ_o だけ変化すること図1に示した実施例と同様である。図7における開放型スタブSTBを、図4及び図5について説明した短絡型スタブに置換えても本発明を実施

*体より成る可動筒体3の軸方向への滑動が阻害されるおそれはない。この実施例においても、固体誘電体より成る可動筒体3の外端部に軸方向の駆動素子を設けること前実施例と同様である。

【0017】この実施例におけるスタブは短絡型スタブであるから、式(2)における負荷 Z_L は零で、したがって、この場合の複素反射係数 Γ_s 及び複素反射係数 Γ_s の位相角 θ_s は、それぞれ次式で表される。

【数13】

できること勿論である。

【0020】図1における結合回路4として上記のような結合回路を用いる他、例えばTEM伝送線路又は準TEM伝送線路で形成した方向性結合器或はTEM伝送線路又は準TEM伝送線路で形成したハイブリッド回路等を用いてもよい。又、以上は例えばラック、ピニオン及びパルスモータによって固体誘電体より成る可動筒体3を軸方向に駆動するように構成した場合について説明したが、手動的に駆動するようにしてもよい。

【0021】

【発明の効果】本発明移相器は、構成が比較的簡潔で、入力電圧の位相を連続的に変化させることが可能であり、又、固体誘電体より成る可動筒体3の駆動を遠隔地点から制御できる等の特長を有するもので、各種電気又は電子機器回路における移相器として用いて効果甚大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の要部を示す一部断面を有する図である。

【図2】本発明移相器における結合回路の特性の一例を説明するための図である。

【図3】本発明移相器の等価回路図である。

【図4】本発明の他の実施例の要部を示す一部断面を有する図である。

【図5】本発明の他の実施例の要部を示す背面図である。

【図6】本発明移相器の特性の一例を示す曲線図である。

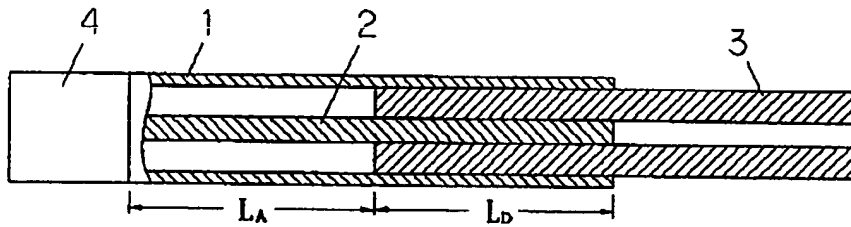
【図7】本発明の他の実施例を示す等価回路図である。

【符号の説明】

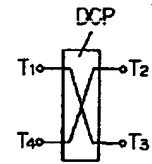
- 1 外部導体
2 内部導体
3 固体誘電体より成る可動筒体
4 結合回路
DCP 方向性結合器
 T_1 入力端子
 T_2 ダイレクト端子

- T_3 結合端子
 T_4 アイソレーション端子
STB スタブ
5 短絡導体
6 切込み
CCL サークュレータ
 T_{c1} 入力端子
 T_{c2} 出力端子
 T_{cs} アイソレーション端子

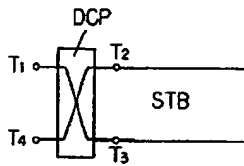
【図1】



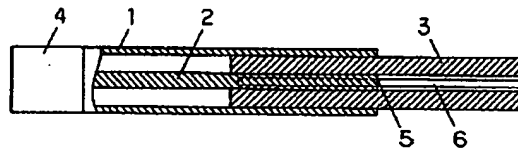
【図2】



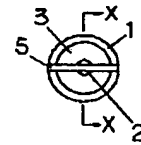
【図3】



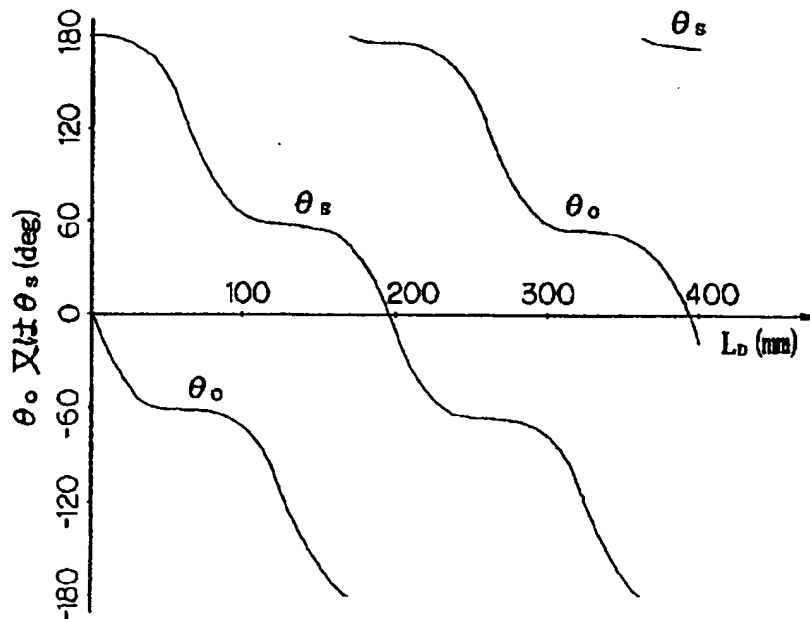
【図4】



【図5】



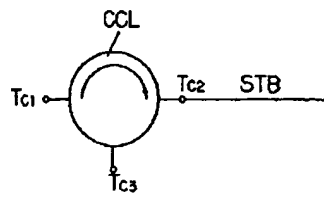
【図6】



(9)

特開平5-121902

【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.